

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

## NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Commissioner  
 US Department of Commerce  
 United States Patent and Trademark  
 Office, PCT  
 2011 South Clark Place Room  
 CP2/5C24  
 Arlington, VA 22202  
 ETATS-UNIS D'AMERIQUE  
 in its capacity as elected Office

<b>Date of mailing (day/month/year)</b> 02 November 2000 (02.11.00)	
<b>International application No.</b> PCT/DE00/00798	<b>Applicant's or agent's file reference</b> 99P3232P
<b>International filing date (day/month/year)</b> 15 March 2000 (15.03.00)	<b>Priority date (day/month/year)</b> 31 March 1999 (31.03.99)
<b>Applicant</b> ECKARDT, Bernd et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:  
 18 September 2000 (18.09.00)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:  
 \_\_\_\_\_

2. The election ☒ was  
☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

<b>The International Bureau of WIPO</b> 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	<b>Authorized officer</b> Antonia Muller Telephone No.: (41-22) 338.83.38
--	---

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF THE RECORDING  
OF A CHANGE(PCT Rule 92bis.1 and  
Administrative Instructions, Section 422)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

TERGAU & POHL  
Mögeldorfer Hauptstrasse 51  
90482 Nürnberg  
ALLEMAGNE

Date of mailing (day/month/year) 06 April 2001 (06.04.01)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference 99P3232P	
International application No. PCT/DE00/00798	International filing date (day/month/year) 15 March 2000 (15.03.00)

1. The following indications appeared on record concerning:		
<input type="checkbox"/> the applicant	<input type="checkbox"/> the inventor	<input type="checkbox"/> the agent <input checked="" type="checkbox"/> the common representative
Name and Address SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT Postfach 22 16 34 D-80506 München Germany	State of Nationality	State of Residence
	Telephone No.	
	Facsimile No.	
	Teleprinter No.	
2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:		
<input checked="" type="checkbox"/> the person	<input checked="" type="checkbox"/> the name	<input checked="" type="checkbox"/> the address <input type="checkbox"/> the nationality <input type="checkbox"/> the residence
Name and Address TERGAU & POHL Mögeldorfer Hauptstrasse 51 90482 Nürnberg Germany	State of Nationality	State of Residence
	Telephone No. 0911 9 54 85-0	
	Facsimile No. 0911 9 54 85-30	
	Teleprinter No.	
3. Further observations, if necessary: <b>An agent has been appointed as indicated in Box 2.</b>		
4. A copy of this notification has been sent to:		
<input checked="" type="checkbox"/> the receiving Office	<input type="checkbox"/> the designated Offices concerned	
<input type="checkbox"/> the International Searching Authority	<input checked="" type="checkbox"/> the elected Offices concerned	
<input checked="" type="checkbox"/> the International Preliminary Examining Authority	<input checked="" type="checkbox"/> other: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer  Diana Nissen
Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Telephone No.: (41-22) 338.83.38

## PARENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF THE RECORDING  
OF A CHANGE(PCT Rule 92bis.1 and  
Administrative Instructions, Section 422)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

TERGAU & POHL  
Mögeldorf Hauptstrasse 51  
90482 Nürnberg  
ALLEMAGNE

Date of mailing (day/month/year) 28 juin 2001 (28.06.01)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference 99P3232P	
International application No. PCT/DE00/00798	International filing date (day/month/year) 15 mars 2000 (15.03.00)

1. The following indications appeared on record concerning:		
<input checked="" type="checkbox"/> the applicant	<input type="checkbox"/> the inventor	<input type="checkbox"/> the agent <input type="checkbox"/> the common representative
Name and Address SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT Wittelsbacherplatz 2 D-80333 München Germany	State of Nationality DE	State of Residence DE
	Telephone No. (089) 636-8 28 19	
	Facsimile No. (089) 636-8 18 57	
	Teleprinter No.	
2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:		
<input checked="" type="checkbox"/> the person	<input checked="" type="checkbox"/> the name	<input checked="" type="checkbox"/> the address <input type="checkbox"/> the nationality <input type="checkbox"/> the residence
Name and Address FRAMATOME ANF GMBH Freieslebenstrasse 1 91058 Erlangen Germany	State of Nationality DE	State of Residence DE
	Telephone No.	
	Facsimile No.	
	Teleprinter No.	
3. Further observations, if necessary:		
4. A copy of this notification has been sent to:		
<input checked="" type="checkbox"/> the receiving Office	<input type="checkbox"/> the designated Offices concerned	
<input type="checkbox"/> the International Searching Authority	<input checked="" type="checkbox"/> the elected Offices concerned	
<input type="checkbox"/> the International Preliminary Examining Authority	<input checked="" type="checkbox"/> other: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer  Diana Nissen
Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Telephone No.: (41-22) 338.83.38

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

From the INTERNATIONAL BUREAU

NOTIFICATION OF THE RECORDING  
OF A CHANGE(PCT Rule 92bis.1 and  
Administrative Instructions, Section 422)

To:

TERGAU & POHL  
Mögeldorfer Hauptstrasse 51  
90482 Nürnberg  
ALLEMAGNE

Date of mailing (day/month/year) 21 août 2001 (21.08.01)	<b>IMPORTANT NOTIFICATION</b>
Applicant's or agent's file reference 99P3232P	
International application No. PCT/DE00/00798	International filing date (day/month/year) 15 mars 2000 (15.03.00)

1. The following indications appeared on record concerning:		
<input checked="" type="checkbox"/> the applicant	<input type="checkbox"/> the inventor	<input type="checkbox"/> the agent <input type="checkbox"/> the common representative
Name and Address FRAMATOME ANF GMBH Freieslebenstrasse 1 91058 Erlangen Germany	State of Nationality DE	State of Residence DE
	Telephone No. (089) 636-8 28 19	
	Facsimile No. (089) 636-8 18 57	
	Teleprinter No.	
2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:		
<input type="checkbox"/> the person	<input type="checkbox"/> the name	<input checked="" type="checkbox"/> the address <input type="checkbox"/> the nationality <input type="checkbox"/> the residence
Name and Address FRAMATOME ANF GMBH Freieslebenstrasse 1 91058 Erlangen Germany	State of Nationality DE	State of Residence DE
	Telephone No. (089) 636-8 28 19	
	Facsimile No. (089) 636-8 18 57	
	Teleprinter No.	
3. Further observations, if necessary:		
4. A copy of this notification has been sent to:		
<input checked="" type="checkbox"/> the receiving Office	<input type="checkbox"/> the designated Offices concerned	
<input type="checkbox"/> the International Searching Authority	<input checked="" type="checkbox"/> the elected Offices concerned	
<input type="checkbox"/> the International Preliminary Examining Authority	<input type="checkbox"/> other:	

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer  NISSEN Diana
Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Telephone No.: (41-22) 338.83.38

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF THE RECORDING  
OF A CHANGE(PCT Rule 92bis.1 and  
Administrative Instructions, Section 422)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

TERGAU & POHL  
Mögeldorf Hauptstrasse 51  
90482 Nürnberg  
ALLEMAGNE

Date of mailing (day/month/year) 27 juin 2001 (27.06.01)	<b>IMPORTANT NOTIFICATION</b>
Applicant's or agent's file reference 99P3232P	
International application No. PCT/DE00/00798	International filing date (day/month/year) 15 mars 2000 (15.03.00)

## 1. The following indications appeared on record concerning:

☒ the applicant
                 
 ☐ the inventor
                 
 ☐ the agent
                 
 ☐ the common representative

## Name and Address

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
Wittelsbacherplatz 2  
D-80333 München  
Germany

## State of Nationality

DE

## State of Residence

DE

## Telephone No.

(089) 636-8 28 19

## Facsimile No.

(089) 636-8 18 57

## Teleprinter No.

## 2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:

☒ the person
                 
 ☒ the name
                 
 ☒ the address
                 
 ☐ the nationality
                 
 ☐ the residence

## Name and Address

FRAMATOME ANF GMBH  
Freieslebenstrasse 1  
91058 Erlangen  
Germany

## State of Nationality

DE

## State of Residence

DE

## Telephone No.

(089) 636-8 28 19

## Facsimile No.

(089) 636-8 18 57

## Teleprinter No.

## 3. Further observations, if necessary:

## 4. A copy of this notification has been sent to:

<input checked="" type="checkbox"/> the receiving Office	<input type="checkbox"/> the designated Offices concerned
<input type="checkbox"/> the International Searching Authority	<input checked="" type="checkbox"/> the elected Offices concerned
<input type="checkbox"/> the International Preliminary Examining Authority	<input checked="" type="checkbox"/> other: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT

The International Bureau of WIPO  
34, chemin des Colombettes  
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

## Authorized officer

Diana Nissen

Telephone No.: (41-22) 338.83.38

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF THE RECORDING  
OF A CHANGE(PCT Rule 92bis.1 and  
Administrative Instructions, Section 422)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

TERGAU & POHL  
Mögeldorfer Hauptstrasse 51  
90482 Nürnberg  
ALLEMAGNE

Date of mailing (day/month/year) 12 October 2001 (12.10.01)	<b>IMPORTANT NOTIFICATION</b>
Applicant's or agent's file reference 99P3232P	
International application No. PCT/DE00/00798	International filing date (day/month/year) 15 March 2000 (15.03.00)

1. The following indications appeared on record concerning:		
<input checked="" type="checkbox"/> the applicant	<input type="checkbox"/> the inventor	<input type="checkbox"/> the agent <input type="checkbox"/> the common representative
Name and Address FRAMATOME ANF GMBH Freyeslebenstrasse 1 91058 Erlangen Germany	State of Nationality DE	State of Residence DE
	Telephone No. (089) 636-8 28 19	
	Facsimile No. (089) 636-8 18 57	
	Teleprinter No.	
2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:		
<input type="checkbox"/> the person	<input checked="" type="checkbox"/> the name	<input type="checkbox"/> the address <input type="checkbox"/> the nationality <input type="checkbox"/> the residence
Name and Address FRAMATOME ANP GMBH Freyeslebenstrasse 1 91058 Erlangen Germany	State of Nationality DE	State of Residence DE
	Telephone No. (089) 636-8 28 19	
	Facsimile No. (089) 636-8 18 57	
	Teleprinter No.	
3. Further observations, if necessary:		
4. A copy of this notification has been sent to:		
<input checked="" type="checkbox"/> the receiving Office	<input type="checkbox"/> the designated Offices concerned	
<input type="checkbox"/> the International Searching Authority	<input checked="" type="checkbox"/> the elected Offices concerned	
<input type="checkbox"/> the International Preliminary Examining Authority	<input type="checkbox"/> other:	

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer Simin Baharlou Telephone No.: (41-22) 338.83.38
---	--

Translation  
937668

## PCT

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference 99P3232P	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/DE00/00798	International filing date (day/month/year) 15 March 2000 (15.03.00)	Priority date (day/month/year) 31 March 1999 (31.03.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC G21C 19/317		
Applicant FRAMATOME ANP GMBH		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 6 sheets, including this cover sheet.

☒ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of 6 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☒ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

RECEIVED  
JAN 14 2002  
TC 1700

Date of submission of the demand 18 September 2000 (18.09.00)	Date of completion of this report 02 May 2001 (02.05.2001)
Name and mailing address of the IPEA/EP  Facsimile No.	Authorized officer  Telephone No.

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE00/00798

## I. Basis of the report

## 1. With regard to the elements of the international application:\*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:  
pages 1-8,11-19, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages 9,10,10a, filed with the letter of 14 2001 (14.025.2001)
- ☒ the claims:  
pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, as amended (together with any statement under Article 19  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages 1-10//11-15, filed with the letter of 18.09.00 14.02.01
- ☒ the drawings:  
pages 1/3-3/3, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the sequence listing part of the description:  
pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

## 2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language \_\_\_\_\_ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

## 3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).\*\*

\* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

\*\* Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.



# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE00/00798

## III. Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability

1. The questions whether the claimed invention appears to be novel, to involve an inventive step (to be non obvious), or to be industrially applicable have not been examined in respect of:

- ☐ the entire international application.
- ☒ claims Nos. 11-15

because:

- ☐ the said international application, or the said claims Nos. \_\_\_\_\_  
relate to the following subject matter which does not require an international preliminary examination (*specify*):

- ☒ the description, claims or drawings (*indicate particular elements below*) or said claims Nos. 12-15  
are so unclear that no meaningful opinion could be formed (*specify*):

See continuation sheet.

- ☐ the claims, or said claims Nos. \_\_\_\_\_ are so inadequately supported  
by the description that no meaningful opinion could be formed.

- ☒ no international search report has been established for said claims Nos. 11-15.

2. A meaningful international preliminary examination cannot be carried out due to the failure of the nucleotide and/or amino acid sequence listing to comply with the standard provided for in Annex C of the Administrative Instructions:

- ☐ the written form has not been furnished or does not comply with the standard.
- ☐ the computer readable form has not been furnished or does not comply with the standard.

**Supplemental Box**

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

Continuation of: III.1

No search report was established for the process defined in Claims 11-15. The process as per Claim 11 corresponds neither to that defined in Claim 11 as filed nor to the recombination device defined in Claim 1, since the present Claim 11 no longer mentions the diffusion-inhibiting throttle layer on the first sub-area of the catalyser body, said layer being necessary for the invention. An opinion concerning novelty and inventive step cannot therefore be established for Claims 11-15.

Moreover, the additional process steps implicit in the effects detailed in Claims 12-15 are unclear. Claims 12-15 are therefore also so unclear that they cannot be examined with respect to novelty and inventive step (PCT Article 6). It is noted that in the application as filed no process (i.e., sequence of actions) appears to be described in which one process step consists in adjusting the content of a part of the gas mixture. The process steps indicated in Claims 14 and 15 are therefore not mentioned in the application as filed (PCT Rule 70.2(c)).

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.  
PCT/DE 00/00798

## V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

### 1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-10	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-10	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-10	YES
	Claims		NO

### 2. Citations and explanations

None of the documents cited in the search report mentions a recombination device of the type indicated in Claim 1. In particular, none of these documents mentions a catalyser arrangement with two sub-areas, wherein the first sub-area in the inflowing direction comprises a catalyser body with a throttle layer to inhibit the diffusion of reaction gases and a second sub-area comprises a catalyser body directly accessible to the reaction gases. The subject matter of Claim 1 should therefore be considered novel (PCT Article 33(2)).

This arrangement of two sub-areas enables undesired ignition of the gas mixture to be avoided (see the description, page 4). Since this arrangement and the advantage thereof are not known from the citations in the search report and are also not considered obvious *per se*, the subject matter defined in Claim 1 should also be considered inventive within the meaning of PCT Article 33(1)-(3).

Claims 2-10 relate to the recombination device as per Claim 1 and the subject matter of these claims should therefore also be considered novel and to involve an inventive step.

**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT  
DEM GEBIET DES PATENTWESENS**

**PCT**

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

<b>Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts</b> <b>99P3232P</b>	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
<b>Internationales Aktenzeichen</b> <b>PCT/DE 00/ 00798</b>	<b>Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr)</b> <b>15/03/2000</b>	<b>(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)</b> <b>31/03/1999</b>
<b>Anmelder</b>  <b>SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT et al.</b>		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 2 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

**1. Grundlage des Berichts**

a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in Schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

**4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung**

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

**5. Hinsichtlich der Zusammenfassung**

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der Zeichnungen ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1

☒ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ keine der Abb.

☐ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**

IPK 7 G21C19/317

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G21C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie <sup>o</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 197 04 608 C (SIEMENS AG) 10. Juni 1998 (1998-06-10) das ganze Dokument	1,4,7-10
A	US 5 301 217 A (HECK ET AL.) 5. April 1994 (1994-04-05) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1,4
A	US 5 495 511 A (CHAKRABORTY) 27. Februar 1996 (1996-02-27) das ganze Dokument	1
A	DE 196 36 557 A (SIEMENS AG) 12. März 1998 (1998-03-12) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie
<sup>o</sup> Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

22. August 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

29/08/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Frisch, K

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

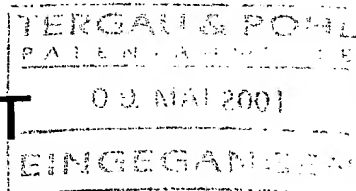
International Application No

CT/DE 00/00798

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19704608	C	10-06-1998	CN 1244945 T WO 9835356 A EP 0958579 A	16-02-2000 13-08-1998 24-11-1999
US 5301217	A	05-04-1994	DE 4015228 A CA 2082627 A CS 9101349 A WO 9118398 A DE 59106095 D EP 0527968 A ES 2075476 T FI 924624 A HU 63012 A RU 2069582 C US 5473646 A	14-11-1991 12-11-1991 15-01-1992 28-11-1991 31-08-1995 24-02-1993 01-10-1995 13-10-1992 28-06-1993 27-11-1996 05-12-1995
US 5495511	A	27-02-1996	EP 0640990 A CA 2129774 A DE 59300973 D ES 2079933 T JP 7151888 A RU 2134917 C	01-03-1995 25-02-1995 21-12-1995 16-01-1996 16-06-1995 20-08-1999
DE 19636557	A	12-03-1998	BG 103067 A CN 1221486 A CZ 9900691 A WO 9811406 A EP 0923707 A US 6054108 A	31-08-1999 30-06-1999 14-07-1999 19-03-1998 23-06-1999 25-04-2000

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

Absender: MIT DER INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN  
PRÜFUNG BEAUFTRAGTE BEHÖRDE



PCT

MITTEILUNG ÜBER DIE ÜBERSENDUNG  
DES INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN  
PRÜFUNGSBERICHTS

(Regel 71.1 PCT)

An: SIEMENS AG  
Postfach 22 16 34  
D-80506 München  
ALLEMAGNE

CT IPS AM Mch P/Ri  
Eing. 04. Mai 2001  
Fr. Kl. GR  
08. MAI 2001

Absendedatum  
(Tag/Monat/Jahr) 02.05.2001

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts  
1999P03232WO

## WICHTIGE MITTEILUNG

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE00/00798

Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr)  
15/03/2000

Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)  
31/03/1999

Anmelder  
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT et al.

1. Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß ihm die mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde hiermit den zu der internationalen Anmeldung erstellten internationalen vorläufigen Prüfungsbericht, gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen, übermittelt.
2. Eine Kopie des Berichts wird - gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen - dem Internationalen Büro zur Weiterleitung an alle ausgewählten Ämter übermittelt.
3. Auf Wunsch eines ausgewählten Amtes wird das Internationale Büro eine Übersetzung des Berichts (jedoch nicht der Anlagen) ins Englische anfertigen und diesem Amt übermitteln.
4. **ERINNERUNG**

Zum Eintritt in die nationale Phase hat der Anmelder vor jedem ausgewählten Amt innerhalb von 30 Monaten ab dem Prioritätsdatum (oder in manchen Ämtern noch später) bestimmte Handlungen (Einreichung von Übersetzungen und Entrichtung nationaler Gebühren) vorzunehmen (Artikel 39 (1)) (siehe auch die durch das Internationale Büro im Formblatt PCT/IB/301 übermittelte Information).

Ist einem ausgewählten Amt eine Übersetzung der internationalen Anmeldung zu übermitteln, so muß diese Übersetzung auch Übersetzungen aller Anlagen zum internationalen vorläufigen Prüfungsbericht enthalten. Es ist Aufgabe des Anmelders, solche Übersetzungen anzufertigen und den betroffenen ausgewählten Ämtern direkt zuzuleiten.

Weitere Einzelheiten zu den maßgebenden Fristen und Erfordernissen der ausgewählten Ämter sind Band II des PCT-Leitfadens für Anmelder zu entnehmen.

Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde



Europäisches Patentamt  
D-80298 München  
Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d  
Fax: +49 89 2399 - 4465

Bevollmächtigter Bediensteter

Schuster-Kaechele, W

Tel. +49 89 2399-2281



# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT



(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 1999P03232WO	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE00/00798	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 15/03/2000	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 31/03/1999
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK G21C19/317		
Anmelder SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT et al.		

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 6 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.
- ☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).
- Diese Anlagen umfassen insgesamt 6 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☒ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags  18/09/2000	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  02.05.2001
Nam und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:   Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter  Frisch, K  Tel. Nr. +49 89 2399 2559 



**I. Grundlage des Berichts**

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):  
**Beschreibung, Seiten:**

1-8,11-19                      ursprüngliche Fassung

9,10,10a                      eingegangen am                      14/02/2001    mit Schreiben vom                      13/02/2001

**Patentansprüche, Nr.:**

1-10                              eingegangen am                      18/09/2000    mit Schreiben vom                      12/09/2000

11-15                            eingegangen am                      14/02/2001    mit Schreiben vom                      13/02/2001

**Zeichnungen, Blätter:**

1/3-3/3                              ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung,      Seiten:  
☐ Ansprüche,      Nr.:  
☐ Zeichnungen,      Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).*

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

**III. Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit**

1. Folgende Teile der Anmeldung wurden nicht daraufhin geprüft, ob die beanspruchte Erfindung als neu, auf erfinderischer Tätigkeit beruhend (nicht offensichtlich) und gewerblich anwendbar anzusehen ist:

- ☐ die gesamte internationale Anmeldung.  
☒ Ansprüche Nr. 11-15.

Begründung:

- ☐ Die gesamte internationale Anmeldung, bzw. die obengenannten Ansprüche Nr. beziehen sich auf den nachstehenden Gegenstand, für den keine internationale vorläufige Prüfung durchgeführt werden braucht (*genaue Angaben*):
- ☒ Die Beschreibung, die Ansprüche oder die Zeichnungen (*machen Sie hierzu nachstehend genaue Angaben*) oder die obengenannten Ansprüche Nr. 12-15 sind so unklar, daß kein sinnvolles Gutachten erstellt werden konnte (*genaue Angaben*):  
siehe Beiblatt
- ☐ Die Ansprüche bzw. die obengenannten Ansprüche Nr. sind so unzureichend durch die Beschreibung gestützt, daß kein sinnvolles Gutachten erstellt werden konnte.
- ☒ Für die obengenannten Ansprüche Nr. 11-15 wurde kein internationaler Recherchenbericht erstellt.
2. Eine sinnvolle internationale vorläufige Prüfung kann nicht durchgeführt werden, weil das Protokoll der Nukleotid- und/oder Aminosäuresequenzen nicht dem in Anlage C der Verwaltungsvorschriften vorgeschriebenen Standard entspricht:

- ☐ Die schriftliche Form wurde nicht eingereicht bzw. entspricht nicht dem Standard.
- ☐ Die computerlesbare Form wurde nicht eingereicht bzw. entspricht nicht dem Standard.

**V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

**1. Feststellung**

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-10
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1-10
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-10
	Nein: Ansprüche	

**2. Unterlagen und Erklärungen  
siehe Beiblatt**

Zum Teil III: Kein Gutachten für die Ansprüche 11-15:

Für das in den vorliegenden Ansprüchen 11-15 definierte Verfahren wurde kein Recherchenbericht erstellt. Das Verfahren gemäß Anspruch 11 entspricht weder dem im ursprünglichen Anspruch 11 definierten Verfahren noch der in Anspruch 1 definierten Rekombinationseinrichtung, denn die für die Erfindung wesentliche diffusionshemmende Drosselschicht auf dem ersten Teilbereich des Katalysatorkörpers wird im vorliegenden Anspruch 11 nicht mehr erwähnt. Es kann daher kein Gutachten bezüglich Neuheit und erfinderischer Tätigkeit für die Ansprüche 11-15 erstellt werden.

Es ist darüber hinaus nicht klar, welche zusätzlichen Verfahrensschritte durch die in den Ansprüchen 12-15 aufgeführten Wirkungsangaben impliziert werden sollen. Die Ansprüche 12-15 sind daher auch so unklar, daß sie bezüglich Neuheit und erfinderischer Tätigkeit nicht geprüft werden können (Artikel 6 PCT). Es wird bemerkt, daß in den ursprünglich eingereichten Anmeldungsunterlagen anscheinend kein Verfahren (d.h.: Folge von auszuführenden Handlungen) beschrieben wird, in dem ein Verfahrensschritt darin besteht, die Teilmenge des Gasgemisches einzustellen. Die in den Ansprüchen 14 und 15 angegebenen Verfahrensschritte sind daher in den ursprünglichen Anmeldungsunterlagen nicht erwähnt (Regel 70.2.c PCT).

Zum Teil V: Neuheit; erfinderische Tätigkeit; gewerbliche Anwendbarkeit:

Keine der im Recherchenbericht genannten Druckschriften erwähnt eine Rekombinationseinrichtung der in Anspruch 1 angegebenen Art. Insbesondere erwähnt keine dieser Druckschriften eine Katalysatoranordnung mit zwei Teilbereichen, wobei der in Anströmrichtung erste Teilbereich einen Katalysatorkörper mit einer Drosselschicht zur Hemmung der Diffusion der Reaktionsgase umfaßt, und ein zweiter Teilbereich einen den Reaktionsgasen unmittelbar zugänglichen Katalysatorkörper umfaßt. Der Gegenstand des Anspruch 1 ist daher als neu anzusehen (Artikel 33.2 PCT).

Diese Anordnung von zwei Teilbereichen bewirkt, daß eine ungewollte Zündung des Gasgemisches vermieden werden kann (siehe die Beschreibung, Seite 4). Da diese Anordnung und ihr Vorteil nicht aus den im Recherchenbericht genannten Druckschriften bekannt sind und auch nicht an sich als selbstverständlich angesehen werden, ist der in Anspruch 1 definierte Gegenstand auch als erfinderisch im Sinne von Artikel 33.1-33.3 PCT anzusehen.

Die Ansprüche 2-10 beziehen sich auf die Rekombinationseinrichtung gemäß Anspruch 1 und der Gegenstand dieser Ansprüche ist daher auch als neu und erfinderisch anzusehen.

Um bei einer möglicherweise auftretenden Strömungsumkehr innerhalb der Rekombinationseinrichtung - bei sogenannten Abwinden - einen besonders sicheren Betrieb zu erreichen, ist in Abströmrichtung des Gasgemisches am Ende der Katalysatoranordnung ein Abwindschutz angeordnet. Bei besonders extremen Strömungsverhältnissen mit wechselnden Strömungsrichtungen kann zusätzlich im Abströmbereich eine partielle Reaktionsflächenabdeckung vorgesehen sein, die wie der Aufwindschutz eine Oberflächenvergrößerung bewirkt.

10

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist mindestens im Einströmbereich des ersten Teilbereichs eine Teflonbeschichtung auf der Drosselschicht vorgesehen. Die Frühstartfähigkeit, insbesondere bei feuchten Umgebungsbedingungen, kann durch eine solche örtlich begrenzte Teflonbeschichtung zur Erzeugung lokaler hydrophober Eigenschaften des Katalysatorkörpers führen. Durch die quantitative Begrenzung der Teflonbeschichtung kann eine reaktionsrelevante Adsorption von Wasser innerhalb der Poren- oder Drosselschicht vermieden und somit eine Verbesserung der Frühstartfähigkeit (passiver Reaktionsstart) erzielt werden.

20

Die bezüglich des Verfahrens zur katalytischen Rekombination von Wasserstoff und/oder Kohlenmonoxid mit Sauerstoff in einem Gasgemisch genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das Gasgemisch zur Einleitung der Rekombinationsreaktion einem Katalysatorkörper zugeleitet wird, wobei der Katalysatorkörper in einem in Strömungsrichtung gesehen ersten Teilbereich lediglich mit einer Teilmenge des Gasgemisches beaufschlagt wird, und wobei der Katalysatorkörper erst in einem zweiten Teilbereich dem Gasgemisch vollständig ausgesetzt wird. Insbesondere wird die Rekombination in einem in Strömungsrichtung ersten Teilbereich an einem von einer Drosselschicht umgebenden Katalysatorkörper durchgeführt und in einem nachfolgenden zweiten Teilbereich an einem dem Gasgemisch unmittelbar zugänglichen Katalysatorkörper durchgeführt. Die beiden Teilbereiche - erster und zweiter Teilbe-

30

35

reich - ermöglichen bevorzugt katalytisch unterschiedliche aktive Zonen. Dies wiederum bewirkt eine mehrstufige katalytische Oxidation der Reaktionsgase.

- 5 Zweckmäßigerweise wird bei der durchströmten Alternative das Gasgemisch im ersten Teilbereich durch die Drosselschicht durchgeleitet. Dabei durchströmt ein Teilstrom des ungereinigten Gasgemischs den ersten Teilbereich und wird gereinigt. Dieses gereinigte Gasgemisch wird dann in einer dem Katalysatorkörper nachgeschalteten Vermischungszone mit ungereinigtem Gasgemisch vermischt, wodurch die Konzentration von explosi-
- 10 ven Reaktionsgasen, insbesondere die  $H_2$ -Konzentration, reduziert ist. Dieses gemischte, eine geringere Konzentration. Dieses gemischte, eine geringere Konzentration aufweisende Gasgemisch wird dann dem zweiten Teilbereich, der nicht durch eine Drosselschicht abgedeckt ist, zur weiteren katalytischen Oxidation zugeführt. Das Gasgemisch ist somit im zweiten Teilbereich dem Katalysatorkörper, der insbesondere katalytisch hochaktives Material umfaßt, unmittelbar zugänglich,
- 15 wodurch ein höherer katalytischer Umsatz im zweiten Teilbereich gegeben ist, der durch ein Katalysatormaterial höherer katalytischer Aktivität noch weiter erhöht werden kann.
- 20

- Bei der umströmten Alternative der Katalysatoranordnung wird
- 25 das gesamte Gasgemisch vorzugsweise im ersten Teilbereich entlang der Drosselschicht geführt. Dabei erfolgt der Abbau der Konzentration an Wasserstoff entlang der Katalysatoranordnung, d.h. entlang des ersten und zweiten Teilbereichs.

30

- Im ersten Teilbereich wird vorzugsweise der Gehalt des im Gasgemisch geführten Wasserstoffs - selbst im ungünstigsten Betriebsfall, der zu berücksichtigen ist ("worst case") - durch Oxidation auf weniger als 5 Vol.% reduziert. Somit
- 35 weist das in den zweiten Teilbereich einströmende Gasgemisch eine Konzentration auf, die unterhalb der Zündkonzentration des betreffenden Reaktionsgases liegt. Dies führt dazu, daß

10a

selbst bei hochaktivem Katalysatormaterial im zweiten Teilbereich die diffusionshemmende und flamm Sperrende Drosselschicht entfallen kann.

- 5 Bevorzugt ist im ersten Teilbereich die Reaktionstemperatur niedriger als im zweiten Teilbereich. Insbesondere liegt die



## Patentansprüche

1. Rekombinationseinrichtung zur katalytischen Rekombination von Wasserstoff und/oder Kohlenmonoxid mit Sauerstoff in einem Gasgemisch, bei der mindestens eine Katalysatoranordnung (2) in einem im Betriebsfall für das Gasgemisch durchströmbar-  
5 ren Gehäuse (4) angeordnet ist, wobei die Katalysatoranordnung (2) in Strömungsrichtung des Gasgemisches gesehen mehrere Teilbereiche (T1, T2) aufweist,  
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß in Anströmrichtung der erste Teilbereich (T1) einen Katalysatorkörper (6) mit einer umgebenden Drosselschicht (8) zur Hemmung der Diffusion der zu- und/oder abströmenden Reaktions-  
15 gasen umfaßt, und der sich an den ersten Teilbereich (T1) anschließende zweite Teilbereich (T2) mindestens einen den Reaktionsgasen unmittelbar zugänglichen Katalysatorkörper (6) umfaßt.
2. Rekombinationseinrichtung nach Anspruch 1,  
20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Katalysatorkörper (6) im zweiten Teilbereich (T2) eine höhere Aktivität besitzt als der Katalysatorkörper (6) im ersten Teilbereich (T1).
- 25 3. Rekombinationseinrichtung nach Anspruch 1 oder 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Katalysatorkörper (6) im zweiten Teilbereich (T2) ein plattenförmiges Trägerblech, das mit einem Katalysatormaterial beschichtet ist, umfaßt.
- 30 4. Rekombinationseinrichtung nach Anspruch 3,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß das Katalysatormaterial ein katalytisches Edelmetall, insbesondere Platin oder Palladium, enthält.

5. Rekombinationseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet, daß im ersten Teilbereich (T1) die Drosselschicht (8), die insbesondere porös ausgebildet ist, eine Schüttung ist, in welche der Katalysatorkörper (6) angeordnet ist.
6. Rekombinationseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet, daß im ersten Teilbereich (T1) die Drosselschicht (8) auf den Katalysatorkörper (6) als poröse Deckschicht aufgetragen ist.
7. Rekombinationseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet, daß mehrere gleichartige Katalysatoranordnungen (2) parallel zueinander angeordnet sind.
8. Rekombinationseinrichtung nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Katalysatoranordnungen (2) plattenförmig ausgebildet sind, jeweils eine Gesamtdicke von höchstens 1 cm, vorzugsweise 0,3 mm, besitzen und nebeneinander mit einem gegenseitigen Abstand von weniger als 20 mm angeordnet sind.
9. Rekombinationseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet, daß in Abströmrichtung des Gasgemisches am Vorderende der Katalysatoranordnung (2) ein Aufwindschutz (10) vorgesehen ist.
10. Rekombinationseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet, daß in Abströmrichtung des Gasgemisches am Ende der Katalysatoranordnung (2) ein Abwindschutz (12) angeordnet ist.

11. Verfahren zur katalytischen Rekombination von Wasserstoff und/oder Kohlenmonoxid mit Sauerstoff in einem Gasgemisch, bei dem das Gasgemisch zur Einleitung der Rekombinationsreaktion einem Katalysatorkörper (6) zugeleitet wird, wobei der Katalysatorkörper (6) in einem in Strömungsrichtung gesehen ersten Teilbereich (T1) lediglich mit einer Teilmenge des Gasgemisches beaufschlagt wird, und wobei der Katalysatorkörper (6) erst in einem zweiten Teilbereich (T2) dem Gasgemisch vollständig ausgesetzt wird.

10

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß im ersten Teilbereich (T1) der Gehalt des im Gasgemisch geführten Wasserstoffs durch Oxidation auf weniger als 5 Vol.% reduziert wird.

15

13. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das gesamte Gasgemisch im ersten Teilbereich (T1) über eine Drosselschicht (8) geführt wird.

20

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilmenge des Gasgemisches derart eingestellt wird, daß im ersten Teilbereich (T1) die Reaktionstemperatur (T) niedriger ist als im zweiten Teilbereich (T2).

25

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilmenge des Gasgemisches derart eingestellt wird, daß im ersten Teilbereich (T1) die Reaktionstemperatur (T) weniger als 560°C und/oder im zweiten Teilbereich (T2) die Reaktionstemperatur (T) mehr als 560°C beträgt.

30

PCT

ORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> :

G21C 19/317

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/60608

(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum:

12. Oktober 2000 (12.10.00)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/00798

(22) Internationales Anmeldedatum: 15. März 2000 (15.03.00)

(30) Prioritätsdaten:

199 14 814.7

31. März 1999 (31.03.99)

DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS  
AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2,  
D-80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ECKARDT, Bernd [DE/DE];  
Kastanienweg 14, D-63486 Bruchköbel (DE). HILL, Axel  
[DE/DE]; An der Schlossmühle 9, D-64589 Stockstadt  
(DE).(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-  
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München  
(DE).(81) Bestimmungsstaaten: BR, CN, IN, JP, KR, KZ, RU, SK, UA,  
US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES,  
FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

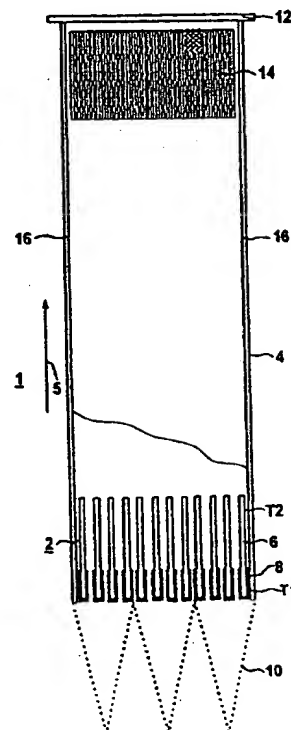
Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen  
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen  
eintreffen.(54) Title: RECOMBINATION DEVICE AND METHOD FOR CATALYTICALLY RECOMBINING HYDROGEN AND/OR CARBON  
MONOXIDE WITH OXYGEN IN A GASEOUS MIXTURE(54) Bezeichnung: REKOMBINATIONSEINRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR KATALYTISCHEN REKOMBINATION VON  
WASSERSTOFF UND/ODER KOHLENMONOXID MIT SAUERSTOFF IN EINEM GASGEMISCH

(57) Abstract

A recombination device (1, 1') for catalytically recombining hydrogen and/or carbon monoxide with oxygen in a gaseous mixture comprises at least one catalyst system (2) in which a housing (4) is mounted through which the gaseous mixture can flow in free convection in the operational phase. According to the invention, said catalyst system (2) is provided with a plurality of sub-areas (T1, T2) in the direction of flow. A first sub-area (T1) comprises in the incoming direction a catalyst body (6) with a surrounding throttle layer (8) for inhibiting the diffusion of the incoming and/or discharged reaction gases. A second sub-area (T2) that adjoins the first sub-area (T1) comprises at least one catalyst body (6) that is directly accessible by the reaction gases.

(57) Zusammenfassung

Die Rekombinationseinrichtung (1, 1') zur katalytischen Rekombination von Wasserstoff und/oder Kohlenmonoxid mit Sauerstoff in einem Gasgemisch umfaßt mindestens eine Katalysatoranordnung (2), die in einem im Betriebsfall für das Gasgemisch in freier Konvektion durchströmbaren Gehäuse (4) angeordnet ist. Dabei weist die Katalysatoranordnung (2) erfindungsgemäß in Strömungsrichtung des Gasgemischs gesehen mehrere Teilbereiche (T1, T2) auf, wobei in Anströmrichtung ein erster Teilbereich (T1) einen Katalysatorkörper (6) mit einer umgebenden Drosselschicht (8) zur Hemmung der Diffusion der zu- und/oder abströmenden Reaktionsgase umfaßt, und wobei ein an den ersten Teilbereich (T1) anschließender zweiter Teilbereich (T2) mindestens einen den Reaktionsgasen unmittelbar zugänglichen Katalysatorkörper (6) umfaßt.



### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## Beschreibung

1

5 Rekombinationseinrichtung und Verfahren zur katalytischen Rekombination von Wasserstoff und/oder Kohlenmonoxid mit Sauerstoff in einem Gasgemisch

10 Die Erfindung bezieht sich auf eine Rekombinationseinrichtung und ein Verfahren zur Rekombination von Wasserstoff und/oder Kohlenmonoxid mit Sauerstoff, bei der mindestens eine Katalysatoranordnung in einem im Betriebsfall für das Gasgemisch durchströmbaren Gehäuse angeordnet ist, insbesondere für ein Kernkraftwerk.

15 Eine ähnliche Thematik ist in der gleichzeitig eingereichten Deutschen Anmeldung mit dem Anmeldeaktenzeichen 199 14 823.6 und dem Titel „Katalytisches Element zur Rekombination von Wasserstoff und/oder Kohlenmonoxid mit Sauerstoff“ behandelt, deren Offenbarungsgehalt dieser Anmeldung zuzurechnen ist.

20 Nach einem Störfall mit Kühlmittelverlust können in einem Kernkraftwerk große Mengen Wasserstoff und Kohlenmonoxid in Sicherheitsbehälter (Containment) freigesetzt werden. Ohne Gegenmaßnahme kann Wasserstoff in der Atmosphäre des Sicherheitsbehälters so weit angereichert werden, daß sich ein detonationsfähiges Gemisch ausbilden kann. Bei einer späten zu-

25 fälligen Zündung könnte vor allem durch die Verbrennung einer größeren Menge an Wasserstoff die Integrität des Sicherheitsbehälters gefährdet werden.

30 Um derartige explosive Gasgemische im Sicherheitsbehälter zu verhindern, werden verschiedene Einrichtungen diskutiert. Hierzu gehören beispielsweise Einrichtungen wie katalytische Rekombinatoren, katalytisch und elektrisch betriebenen Zünd-

35 Einrichtungen. Die prinzipielle Funktionsweise von katalytischen Rekombinatoren ist beispielsweise aus der elektrochemischen Verfahrenstechnik bekannt und beispielsweise erläutert

in: "Elektrochemische Verfahrenstechnik", DECHEMA Monographien, 1970-1992, Band 97, S. 363-376, Tagung der Fachgruppe angewandte Elektrochemie), Verlag Chemie.

- 5 Zur Beseitigung des Wasserstoffs und des Kohlenmonoxids aus der Atmosphäre des Sicherheitsbehälters (Containment-Atmosphäre) soll insbesondere eine frühzeitige und flammenlose Rekombination des Wasserstoffs und/oder des Kohlenmonoxids mit Sauerstoff erreicht werden. Dabei soll ein signifikanter
- 10 Druckaufbau als Folge einer virulenten Wasserstoffverbrennung sicher vermieden sein. Eine dazu geeignete früh startende Rekombinationseinrichtung, die auch bei längerer Standzeit in der Containment-Atmosphäre nicht wesentlich an Aktivität verliert und bei niedrigen Umgebungstemperaturen passiv startet,
- 15 ist aus der Deutschen Patentanmeldung DE 196 36 557 A1 bekannt. Mit einer derartigen Rekombinationseinrichtung ist eine „sanfte“ Rekombination des Wasserstoffs z.B. in einer Phase der Containment-Atmosphäre möglich, die einen Dampf enthält und daher gegen spontane Entzündungen geschützt ist.
- 20
- Aus der EP 0 527 968 B1 ist eine Rekombinationseinrichtung bekannt, bei der eine Anzahl von Katalysatorsystemen in Form von ebenen Platten, die beidseitig mit Katalysatormaterial wie Platin und/oder Palladium beschichtet sind, vorgesehen
- 25 ist. Diese eignet sich besonders gut für den Wasserstoffabbau in der Atmosphäre des Sicherheitsbehälters eines Kernkraftwerks. Jedes Katalysatorsystem umfaßt dabei ein Trägerblech aus Edelstahl, das beidseitig eine dünne Schicht, deren Dicke im Mikrometerbereich liegt, aus insbesondere Platin und/oder
- 30 Palladium aufweist. Eine Vielzahl solcher beschichteter Einzelplatten ist in einem Gehäuse, das als Modul aufgebaut sein kann, angeordnet. Das Gehäuse wird von unten mit dem zu überwachenden Gasstrom beströmt, und dieser Gasstrom verläßt das Gehäuse im oberen Bereich durch eine seitlich angebrachte
- 35 Austrittsöffnung.

Aus der EP 0 436 942 A1 ist ein Rekombinatorsystem mit einer Gehäuseschutzeinrichtung bekannt, die sich in Abhängigkeit von einer äußeren Temperatur selbsttätig öffnet. In einem Bereitschaftszustand des Rekombinationssystems ist die Gehäuseschutzeinrichtung hingegen geschlossen, so daß eine Verschmutzung der katalytisch aktiven Oberfläche des Rekombinatortors vermieden ist.

Bei einer aus der EP 0 416 140 A1 bekannten Rekombinatoreinrichtung hingegen sind Filtermedien vorgesehen, die Schadstoffe aus der Umgebungsatmosphäre, wie beispielsweise Aerosole, zurückhalten und somit den Katalysator der Rekombinationseinrichtung gegen Verunreinigung schützen.

Weiterhin sind aus der Deutschen Patentanmeldung DE 37 25 290 Edelmetall-Legierungen bekannt, welche über ein Trägerblech oder Metallnetz die bei der Rekombination entstehende Reaktionswärme aufnehmen oder ableiten, wodurch eine Zündung des Gasgemisches vermieden werden soll.

Aus der EP 0 388 955 A1 ist eine Rekombinatoreinrichtung bekannt, bei der zusätzlich eine Zündvorrichtung zur Auslösung einer kontrollierten Wasserstoffverbrennung vorgesehen ist.

Jedes bekannte Rekombinatorsystem ist für eine besonders hohe Rekombinatorleistung bei besonders geringen Komponentenabmessungen sowie für eine hohe Resistenz gegenüber Verunreinigung ausgelegt. Für den Einsatz einer Rekombinationseinrichtung zur Rekombination von Wasserstoff in einem Gasgemisch in einem Kernkraftwerk ist darüber hinaus aber auch sicherzustellen, daß keine die Sicherheit des Kernkraftwerks negativ beeinflussenden Effekte auftreten können. Es ist zu berücksichtigen, daß eine zur Rekombination des Wasserstoffs eingesetzte Katalysatoranordnung einer Rekombinationseinrichtung sich in Folge der Rekombination üblicherweise erwärmt und aufgrund seiner erhöhten Temperatur zur Zündung des Gasgemis-



ches innerhalb der Containment-Atmosphäre des Kernkraftwerks in ungewollter Weise beitragen könnte.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Rekombinationseinrichtung zur katalytischen Rekombination von Wasserstoff und/oder Kohlenmonoxid mit Sauerstoff in einem Gasgemisch, insbesondere in der Atmosphäre in einem Sicherheitsbehälter einer Kernkraftanlage, anzugeben, bei dessen Betrieb eine ungewollte Zündung des Gasgemischs besonders sicher vermieden ist. Auch soll ein Verfahren zur katalytischen Rekombination angegeben werden.

Bezüglich der Rekombinationseinrichtung zur katalytischen Rekombination von Wasserstoff und/oder Kohlenmonoxid mit Sauerstoff in einem Gasgemisch, bei der mindestens eine Katalysatoranordnung in einem im Betriebsfall für das Gasgemisch durchströmbaren Gehäuse angeordnet ist, und bei der die Katalysatoranordnung in Strömungsrichtung des Gasgemisches gesehen mehrere Teilbereiche aufweist, wird die genannte Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß in Anströmrichtung ein erster Teilbereich einen Katalysatorkörper mit einer umgebenden Drosselschicht zur Hemmung der Diffusion der zu- und/oder abströmenden Reaktionsgase umfaßt, und wobei ein an den ersten Teilbereich anschließender zweiter Teilbereich mindestens einen den Reaktionsgasen unmittelbar zugänglichen Katalysatorkörper umfaßt. Hierbei werden also in der Rekombinationseinrichtung die Eigenschaften des ersten und des zweiten Teilbereichs, bevorzugt nacheinander, ausgenutzt. Somit ist in der mehrere Teilbereiche umfassende Katalysatoranordnung eine mehrstufige katalytische Oxidation ermöglicht. Dabei werden die verschiedenen Teilbereiche derart ausgelegt, daß die entlang der Strömungsrichtung des Gasgemischs auftretenden verschiedenen Reaktionsbedingungen berücksichtigt werden. Insbesondere wird der im Einströmbereich der Katalysatoranordnung erste Teilbereich hinsichtlich des dort einströmenden hochexplosiven Gasgemischs besonders entzündungshemmend ausgebildet sein. Dagegen steht für die im oberen Strömungsbe-

reich angeordneten Teilbereiche eine besonders hohe katalytische Aktivität im Vordergrund, da das Gasgemisch bereits teilweise gereinigt ist und demzufolge die zu einer Entzündung führende Konzentration der Reaktionsgase, z.B. eine über  
5 8 Vol.% liegende H<sub>2</sub>-Konzentration, bereits deutlich unterschritten ist. Alternativ können verschiedenartige Teilbereiche auch alternierend entlang der Strömungsrichtung des Gasgemisches angeordnet sein.

10 Bevorzugt kann ein Katalysatorkörper im zweiten Teilbereich ausgesucht sein, der eine höhere katalytische Aktivität besitzt als der Katalysatorkörper im ersten Teilbereich. Dies kann z.B. durch Auswahl eines Katalysators mit einer höheren Dichte an Aktivitätszentren - höherer Anteil an katalytisch  
15 aktiven Material - ermöglicht sein, wodurch eine stärkere katalytische Aktivität und somit ein verstärkte katalytische Reaktion in dem betreffenden Teilbereich erzielt ist. Je nach der Stärke der katalytischen Aktivität kann der zweite Teilbereich zusätzlich mit einer Flammensperreinrichtung umman-  
20 telt sein. Die Flammensperreinrichtung hat dabei eine Spaltweite von höchstens 0,7 mm, vorzugsweise von kleiner 0,3 mm. Durch die unmittelbare Aufbringung der Flammensperreinrichtung auf den zweiten Teilbereich sowie zusätzlich durch eine Vergrößerung der Flammensperreinrichtung auf den ersten, be-  
25 sonders diffusionshemmenden Teilbereich ist eine besonders gute Wärmeübertragung aus der zweiten Reaktionszone des zweiten Teilbereichs in die erste Reaktionszone des ersten Teilbereichs - und somit ein schneller Start der katalytischen Reaktion auch in der ersten Reaktionszone - erreicht.

30 Der Katalysatorkörper kann aus mehreren Einzelteilen, z.B. zusammengepreßten oder gesinterten Fasern, bestehen. Zweckmäßigerweise umfaßt der Katalysatorkörper im zweiten Teilbereich ein plattenförmiges Trägerblech, das mit einem Katalysatormaterial beschichtet ist. Das Trägerblech ist beispiels-  
35 weise aus einem nicht-rostenden Edelstahl. Dabei weist das Trägerblech eine Blechdicke von weniger oder gleich 0,2 mm

auf. Alternativ kann der Katalysatorkörper eine ebene Platte, eine perforierte Platte oder eine Kugel als mechanischen Träger umfassen. Je nach Funktion und Art der katalytischen Rekombination kann der mechanische Träger metallisch oder keramisch ausgeführt sein. Bei einer keramischen Ausführung handelt es sich beispielsweise um Washcoat ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).

Für eine besonders effektive Rekombination des im Gasgemisch geführten Wasserstoffs enthält das Katalysatormaterial ein katalytisches Edelmetall, insbesondere Platin oder Palladium. Platin ist dabei besonders temperaturbeständig und resistent gegen Katalysatorgifte. Darüber hinaus kann mit Platin als katalytisch aktives Material neben Wasserstoff auch Kohlenmonoxid rekombiniert werden. Palladium eignet sich insbesondere aufgrund seiner Eigenschaft, bei besonders geringen Umgebungstemperaturen anzuspringen. Im ersten Teilbereich kann somit beispielsweise bevorzugt ein Edelmetall ausgesucht sein, daß giftresistenter ist als das Edelmetall im zweiten Teilbereich. Bevorzugt ist das Katalysatormaterial mit Hilfe einer Haftvermittlerschicht und/oder einer Zwischenschicht auf den mechanischen Träger aufgetragen.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung ist die Drosselschicht, die insbesondere porös ausgebildet ist, im ersten Teilbereich eine Schüttung, in welche der Katalysatorkörper angeordnet ist. Dabei durchströmt ein Teilstrom des Gasgemischs den in der Schüttung angeordneten Katalysatorkörper (durchströmte Alternative). Der Katalysatorkörper des zweiten Teilbereichs ist dabei getrennt von dem Katalysatorkörper des ersten Teilbereichs angeordnet. Beispielsweise sind die beiden Katalysatorkörper in Strömungsrichtung des Gasgemischs nacheinander angeordnet. Die Dimensionierung der Porosität der Schüttung erfolgt dabei derart, daß bei Vorliegen eines besonders explosiven Gasgemischs im Einstrombereich von  $\text{H}_2$ -Konzentrationen größer 10 Vol.% im Ausströmbereich des ersten Teilbereichs die  $\text{H}_2$ -Konzentration auf kleiner 6 Vol.% reduziert ist. Zur Kompensation von Druckverlusten in dem

durchströmbaren Gehäuse kann die Anströmfläche um das 2- bis 5-fache vergrößert sein. Bei einer Gehäusehöhe von 0,2 bis 2 m ist dann bevorzugt eine Durchströmgeschwindigkeit des Gasgemischs von 0,1 bis 1 m/s im Bereich der Katalysatoranordnung erzielt.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist die Drosselschicht im ersten Teilbereich auf den Katalysatorkörper als poröse Deckschicht aufgetragen. Bei dieser als umströmte Alternative bezeichneten Katalysatoranordnung sind der Katalysatorkörper im ersten und im zweiten Teilbereich von einem durchgehenden Körper gebildet, d.h. dieser Körper erstreckt sich sowohl über den ersten als auch über den zweiten Teilbereich. Somit wird der Katalysatorkörper vom gesamten Strom des Gasgemischs umströmt. Im Einströmbereich wird durch die auf den ersten Teilbereich aufgetragene Drosselschicht eine Hemmung der Diffusion von zu- und/oder abströmenden Reaktionsgasen erreicht. Somit ist die katalytische Rekombination der Reaktionsgase begrenzt, was wiederum zu einer Begrenzung der Reaktionstemperatur auch bei hohen  $H_2$ -Konzentrationen führt. Vorteilhafterweise ist die ebenfalls die katalytische Reaktion beeinflussende Geschwindigkeit des um- oder überströmenden Gasgemischs durch eine vorgegebene Geometrie des Gehäuses einstellbar. Bevorzugt ist bei einer Gehäusehöhe von 0,2 bis 2 m eine Überströmgeschwindigkeit des Gasgemischs von 0,1 bis 2 m/s im Bereich der Katalysatoranordnung eingestellt.

Für einen besonders hohen Reaktionsumsatz sind zweckmäßigerweise mehrere gleichartige Katalysatoranordnungen parallel zueinander angeordnet sind. Bei der umströmten Alternative sind beispielsweise benachbarte Katalysatoranordnungen mit den jeweils zugehörigen ersten und zweiten Teilbereichen zueinander parallel angeordnet. Dabei weist jede Katalysatoranordnung im ersten Teilbereich eine zugehörige Drosselschicht auf. Bei der durchströmten Alternative der Katalysatoranordnungen sind z. B. mehrere gleichartige erste Teilbereiche pa-

parallel zueinander angeordnet und von einer gemeinsamen Drosselschicht umgeben. Die zugehörigen zweiten Teilbereiche sind von den ersten Teilbereichen getrennt und ebenfalls zueinander parallel angeordnet. Alternativ dazu können verschieden-  
5 artige Katalysatoranordnungen alternierend angeordnet sein. Durch eine Kombination von Katalysatoranordnungen mit ersten und zweiten oder mehreren Teilbereichen, wobei insbesondere ein Teilbereich eine ungedrosselte und ein weiterer Teilbereich eine diffusionsgedrosselte Reaktion ermöglicht, ist eine  
10 besonders sichere und aktive katalytische Rekombination in mehreren Stufen erreicht. Durch dies mehrstufige Rekombination wird in den einzelnen Teilbereichen oder Strömungskanälen ein besonders sicherer Schutz vor Zündung oder Entflammung bei gleichzeitig hohem Reaktionsumsatz auch bei weniger explosiven Gasgemischen erzielt.  
15

Zweckmäßigerweise sind die Katalysatoranordnungen plattenförmig ausgebildet, besitzen jeweils eine Gesamtdicke von höchstens 1 cm, vorzugsweise ca. 0,3 mm, und weisen einen gegenseitigen Abstand von weniger als 20 mm auf.  
20

Um auch bei sogenannten Aufwinden des zuströmenden Gasgemischs mit besonders hohen Geschwindigkeiten eine homogene Rekombination, insbesondere eine mehrstufige Oxidation, zu  
25 gewährleisten, ist in Anströmrichtung des Gasgemisches der Katalysatoranordnung ein Aufwindschutz vorgeschaltet. Der Aufwindschutz kann bereits einen Teil des Katalysatorkörpers enthalten. Er vergrößert besonders vorteilhaft die Querschnittsfläche der Rekombinationseinrichtung am Eingang auf  
30 das 1- bis 5-fache. Hierdurch ist eine besonders einfache Strömungsbegrenzung des einströmenden Gasgemischs erzielt. Dies wiederum bewirkt eine kontinuierliche Zuführung des Gasgemischs, wodurch ein Verschieben der Reaktionszone sicher vermieden ist. Zur Reduzierung und ggf. Kompensation von im  
35 Gehäuse auftretenden Druckverlusten weist das Gehäuse bevorzugt eine Höhe von 0,2 bis 2 m auf.

Um bei einer möglicherweise auftretenden Strömungsumkehr innerhalb der Rekombinationseinrichtung - bei sogenannten Abwinden - einen besonders sicheren Betrieb zu erreichen, ist in Abströmrichtung des Gasgemisches am Ende der Katalysatoranordnung ein Abwindschutz angeordnet. Bei besonders extremen Strömungsverhältnissen mit wechselnden Strömungsrichtungen kann zusätzlich im Abströmbereich eine partielle Reaktionsflächenabdeckung vorgesehen sein, die wie der Aufwindschutz eine Oberflächenvergrößerung bewirkt.

10

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist mindestens im Einströmbereich des ersten Teilbereichs eine Teflonbeschichtung auf der Drosselschicht vorgesehen. Die Frühstartfähigkeit, insbesondere bei feuchten Umgebungsbedingungen, kann durch eine solche örtlich begrenzte Teflonbeschichtung zur Erzeugung lokaler hydrophober Eigenschaften des Katalysatorkörpers führen. Durch die quantitative Begrenzung der Teflonbeschichtung kann eine reaktionsrelevante Adsorption von Wasser innerhalb der Poren- oder Drosselschicht vermieden und somit eine Verbesserung der Frühstartfähigkeit (passiver Reaktionsstart) erzielt werden.

20

Die bezüglich des Verfahrens zur katalytischen Rekombination von Wasserstoff und/oder Kohlenmonoxid mit Sauerstoff in einem Gasgemisch genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Rekombination in einem in Strömungsrichtung ersten Teilbereich an einem von einer Drosselschicht umgebenen Katalysatorkörper durchgeführt und in einem nachfolgenden zweiten Teilbereich an einem dem Gasgemisch unmittelbar zugänglichen Katalysatorkörper durchgeführt wird. Die beiden Teilbereiche - erster und zweiter Teilbereich - ermöglichen bevorzugt katalytisch unterschiedliche aktive Zonen. Dies wiederum bewirkt eine mehrstufige katalytische Oxidation der Reaktionsgase.

30

35

Zweckmäßigerweise wird bei der durchströmten Alternative das Gasgemisch im ersten Teilbereich durch die Drosselschicht

durchgeleitet. Dabei durchströmt ein Teilstrom des ungereinigten Gasgemischs den ersten Teilbereich und wird gereinigt. Dieses gereinigte Gasgemisch wird dann in einer dem Katalysatorkörper nachgeschalteten Vermischungszone mit ungereinigtem Gasgemisch vermischt, wodurch die Konzentration von explosiven Reaktionsgasen, insbesondere die  $H_2$ -Konzentration, reduziert ist. Dieses gemischte, eine geringere Konzentration aufweisende Gasgemisch wird dann dem zweiten Teilbereich, der nicht durch eine Drosselschicht abgedeckt ist, zur weiteren katalytischen Oxidation zugeführt. Das Gasgemisch ist somit im zweiten Teilbereich dem Katalysatorkörper, der insbesondere katalytisch hochaktives Material umfaßt, unmittelbar zugänglich, wodurch ein höherer katalytischer Umsatz im zweiten Teilbereich gegeben ist, der durch ein Katalysatormaterial höherer katalytischer Aktivität noch weiter erhöht werden kann.

Bei der umströmten Alternative der Katalysatoranordnung wird das gesamte Gasgemisch vorzugsweise im ersten Teilbereich entlang der Drosselschicht geführt wird. Dabei erfolgt der Abbau der Konzentration an Wasserstoff entlang der Katalysatoranordnung, d.h. entlang des ersten und zweiten Teilbereichs.

Im ersten Teilbereich wird vorzugsweise der Gehalt des im Gasgemisch geführten Wasserstoffs - selbst im ungünstigsten Betriebsfall, der zu berücksichtigen ist ("worst case") - durch Oxidation auf weniger als 5 Vol.% reduziert. Somit weist das in den zweiten Teilbereich einströmende Gasgemisch eine Konzentration auf, die unterhalb der Zündkonzentration des betreffenden Reaktionsgases liegt. Dies führt dazu, daß selbst bei hochaktivem Katalysatormaterial im zweiten Teilbereich die diffusionshemmende und flammsperrende Drosselschicht entfallen kann.

Bevorzugt ist im ersten Teilbereich die Reaktionstemperatur niedriger als im zweiten Teilbereich. Insbesondere liegt die

Reaktionstemperatur im ersten Teilbereich unterhalb der Zündtemperatur der Reaktionsgase. Vorzugsweise beträgt die Reaktionstemperatur im ersten Teilbereich selbst im "worst case" weniger als 560 °C. Diese Reaktionstemperatur liegt somit unterhalb der Zündtemperatur für Wasserstoff. Im zweiten Teilbereich ist aufgrund der bereits im ersten Teilbereich erfolgten

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß durch mindestens zwei unterschiedliche Teilbereiche der Katalysatoranordnung eine besonders sichere, insbesondere ohne Zündung, und eine besonders aktive katalytische Rekombination sowohl bei hochexplosiven Gasgemischen (hohe H<sub>2</sub>-Konzentration bis 15 Vol.%) als auch bei weniger explosiven Gasgemischen (niedrige H<sub>2</sub>-Konzentration von ca. 1 Vol.%) erreicht ist.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

20

FIG 1 eine Rekombinationseinrichtung zur katalytischen Rekombination von Wasserstoff und/oder Kohlenmonoxid mit Sauerstoff in einem Gasgemisch mit einer Katalysatoranordnung,

25

FIG 2 einen Ausschnitt II aus Figur 1,

FIG 3 den funktionalen Verlauf der Konzentration und der Reaktionstemperatur in Abhängigkeit vom Strömungsweg entlang der Katalysatoranordnung,

30

FIG 4 eine alternative Rekombinationseinrichtung zur katalytischen Rekombination von Wasserstoff und/oder Kohlenmonoxid mit Sauerstoff in einem Gasgemisch mit einer Katalysatoranordnung, und

35

FIG 5 einen Ausschnitt V aus Figur 4.



Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

5 Die Rekombinationseinrichtung 1 gemäß Figur 1 und die Rekombinationseinrichtung 1' gemäß Figur 4 sind jeweils zur katalytischen Rekombination von Wasserstoff und/oder Kohlenmonoxid mit Sauerstoff in einem Gasgemisch, nämlich in der Containment-Atmosphäre eines nicht näher dargestellten Kernkraftwerks bei einem Störfall, vorgesehen.

10

Die Rekombinationseinrichtung 1 umfaßt eine Mehrzahl von Katalysatoranordnungen 2, die annähernd parallel in einem Abstand von höchstens 20 mm zueinander angeordnet sind. Je nach Art und Funktion der Rekombinationseinrichtung 1 kann auch  
15 eine einzelne Katalysatoranordnung 2 vorgesehen sein. Darüber hinaus können mehrere gleichartige oder verschiedenartige Katalysatoranordnungen 2 vorgesehen sein

20

Die Katalysatoranordnungen 2 sind in einem Gehäuse 4 angeordnet. Das Gehäuse 4 ist dabei derart ausgebildet, daß der Rekombinator 1, 1' im Betriebsfall für das Gasgemisch in freier Konvektion durchströmbar ist. Dazu bildet das Gehäuse 4 entlang einer im wesentlichen vertikalen, durch den Pfeil 5 angedeuteten Vorzugsrichtung einen Schacht. Der in Folge der  
25 Wärmeentwicklung bei der Rekombination des Gasgemischs im Bereich der Katalysatoranordnung 2 verursachte Auftrieb bewirkt im Betriebsfall der Rekombinationseinrichtung 1, 1' eine Überkompensation des Druckabfalls für das Gasgemisch, so daß in Folge einer Kaminwirkung des schachtartig ausgestalteten  
30 Gehäuses 4 eine Durchströmung des Gasgemischs durch die Rekombinationseinrichtung 1, 1' ohne äußere Hilfs- oder Antriebsmittel einsetzt. Der schachtartig ausgebildete Teil des Gehäuses 4 weist dabei eine Höhe zwischen 0,2 und 2 m zur  
35 Kompensation der verursachten Druckverluste auf. Für ein besonders günstiges Konvektionsverhalten weist das Gehäuse 4 zudem zweckmäßigerweise ein Höhen-zu-Tiefen-Verhältnis zwischen 0,3 und 10 auf.

Die Rekombinationseinrichtung 1, 1' ist derart ausgestaltet, daß auch bei den in Folge der Wärmefreisetzung bei der Rekombination von Wasserstoff im Bereich der Katalysatoranordnungen 2 auftretenden hohen Temperaturen eine Zündung zündfähigen Gasgemischs im Bereich außerhalb der Rekombinationseinrichtung 1, 1' sicher vermieden ist. Dazu weist jede Katalysatoranordnung 2 in Strömungsrichtung des Gasgemischs gesehen mindestens zwei Teilbereiche - einen ersten Teilbereich T1 und einen zweiten Teilbereich T2 - auf. Je nach Art und Funktion der Rekombinationseinrichtung 1, 1' können auch mehr als zwei Teilbereiche vorgesehen sein.

Für die katalytische Rekombination umfaßt jede Katalysatoranordnung 2 sowohl im ersten Teilbereich T1 als auch im zweiten Teilbereich T2 einen Katalysatorkörper 6, der ein für die Rekombination geeignetes katalytisch aktives Material umfaßt. Als katalytisch aktives Material kann dabei insbesondere ein Edelmetall, eine Mischung aus Edelmetallen oder auch eine Anordnung aus Edelmetallfolien vorgesehen sein. Als Edelmetall sind dabei insbesondere Platin und/oder Palladium vorgesehen.

Um eine Zündung des insbesondere im Einströmbereich hochexplosiven Gasgemischs zu vermeiden, ist der Katalysatorkörper 6 im ersten Teilbereich T1 von einer Drosselschicht 8 zur Hemmung der Diffusion der zu- und/oder abströmenden Reaktionsgase umgeben. In dem zweiten Teilbereich T2 sind die Reaktionsgase dem Katalysatorkörper 6 unmittelbar zugänglich. Dabei wird das Gasgemisch im ersten Teilbereich T1 entlang der Drosselschicht 8 und im zweiten Teilbereich T2 entlang des Katalysatorkörpers 6 geführt.

Die katalytische Rekombination in dem in Strömungsrichtung des Gasgemischs gesehen ersten Teilbereich T1 erfolgt aufgrund der den Katalysatorkörper 6 umgebenden Drosselschicht 8 gedrosselt. D.h. in dem ersten Teilbereich T1 wird bevorzugt das Zuströmen der Reaktionsgase, z.B. CO, H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, gehemmt, so daß nur eine Teiloxidation durchgeführt wird. Die

- wiederum bewirkt, daß die katalytische Rekombination gebremst und somit die Reaktionstemperatur niedrig, insbesondere unterhalb von 560 °C, gehalten wird. Die Länge des Teilbereichs T1 ist maßgeblich bestimmt durch die Konzentration des zu-
- 5 strömenden Reaktionsgases. Insbesondere wird der Gehalt des im Gasgemisch geführten Wasserstoffs im ersten Teilbereich T1 durch katalytische Oxidation auf weniger als 5 Vol.% reduziert.
- 10 Somit strömt in die nachfolgende katalytische Zone, d.h. in den zweiten Teilbereich T2, ein Gasgemisch ein, dessen Konzentration am Reaktionsgas unterhalb der Zündkonzentration liegt. Dies führt bevorzugt dazu, daß das Gasgemisch im zweiten Teilbereich T2 dem Katalysatorkörper 6 unmittelbar zu-
- 15 gänglichen ist. Dabei ist der zweite Teilbereich T2 katalytisch aktiver als der Teilbereich T1, indem der Katalysatorkörper 6 im zweiten Teilbereich T2 katalytisch aktiveres Material umfaßt. Die Reaktionstemperatur im zweiten Teilbereich T2 beträgt demzufolge mehr als 560 °C. Die beiden Teilbereiche - erster Teilbereich T1 und zweiter Teilbereich T2 - ermöglichen wie dargelegt katalytisch unterschiedlich aktive Zonen, wodurch eine mehrstufige katalytische Oxidation der Reaktionsgase ermöglicht ist. Je nach Stärke der katalytischen Aktivität kann der zweite Teilbereich T2 zusätzlich von
- 20 einer nicht dargestellten Flammensperreinrichtung ummantelt sein.
- 25

- Um auch bei sogenannten Aufwinden des zuströmenden Gasgemischs mit besonders hohen Geschwindigkeiten eine homogene
- 30 Rekombination, insbesondere eine mehrstufige Oxidation, zu gewährleisten, ist in Anströmrichtung des Gasgemisches der Katalysatoranordnungen 2 ein Aufwindschutz 10 angeordnet. Der Aufwindschutz 10 vergrößert besonders vorteilhaft die Querschnittsfläche am Eingang der Rekombinationseinrichtung 1 auf
- 35 das 1- bis 5-fache.

Um bei einer möglicherweise auftretenden Strömungsumkehr innerhalb der Rekombinationseinrichtung 1, 1' - bei sogenannten Abwinden - einen besonders sicheren Betrieb zu erreichen, ist in Abströmrichtung des Gasgemisches am oberen Ende des Gehäuses 4 ein Abwindschutz 12 vorgesehen. Der Abwindschutz 12 dient gleichzeitig als Gehäusedach und damit als tropfenabweisende Begrenzung für die Rekombinationseinrichtung 1, 1'. Somit ist auch beim Betrieb eines Spraysystems oberhalb der Rekombinationseinrichtung 1, 1' ein Direkteintrag von Flüssigkeitstropfen in die Rekombinationseinrichtung 1, 1' vermieden.

Darüber hinaus umfaßt die Rekombinationseinrichtung 1, 1' in Strömungsrichtung des Gasgemisches gesehen unterhalb des Abwindschutzes 12 einen Filter 14. Dieser Filter 14, der den Katalysatoranordnungen 2 innerhalb des Gehäuses 4 nachgeschaltet ist, dient der Filterung von groben Partikeln. Beispielsweise ist der Filter 14 aus einem Geflecht dünner Drähte aufgebaut. Das Geflecht weist dabei eine Maschenweite auf, die unter Berücksichtigung des Druckverlustes in der Rekombinationseinrichtung 1, 1' und der erforderlichen Abscheideleistung besonders klein, bevorzugt kleiner als 800 µm, gewählt ist. Als weiteres Auslegungskriterium bei der Dimensionierung der Maschenweite ist zudem berücksichtigt, daß am Filter 14 keine Abscheidung von Katalysatorgiften, wie Aerosolen oder Kolloiden erfolgen soll. Der Filter 14 ist vielmehr derart dimensioniert, daß Aerosole oder Kolloide quantitativ und ohne nennenswerte Abscheideverluste penetrieren können. Eine Verblockungsgefahr aufgrund sich ablagernder Aerosole oder Kolloide ist somit sicher vermieden.

Das Gehäuse 4 weist darüber hinaus einen Isoliermantel 16 auf. Beispielsweise kann der Isoliermantel 16 in der Art einer Doppelmantelausführung als Luftspalt ausgebildet sein. Alternativ kann auch ein zwischen zwei Mantelschichten angeordneter temperatur- und strahlungsbeständiger Isolierstoff vorgesehen sein. Ein Austritt von Strahlung durch den Iso-

liermantel 16 ist somit sicher vermieden. Insbesondere ist der in einem Temperaturbereich von mehr als 500 °C relevante Wärmetransport durch die Ausgestaltung des Isoliermantels 16 in einem hohen Maße unterbunden. Eine Zündung des das Gehäuse 4 umgebenden Gasgemischs (Containment-Atmosphäre) aufgrund einer hohen Gehäusetemperatur ist somit sicher vermieden.

Figur 2 zeigt eine Katalysatoranordnung 2 gemäß Figur 1 mit einem Katalysatorkörper 6. Die Katalysatoranordnung 2 ist plattenförmig ausgebildet und besitzt eine Gesamtdicke von höchstens 1 cm, insbesondere bei einer keramischen Ausführung. Vorzugsweise beträgt die Gesamtdicke ca. 0,3 mm. Der erste Teilbereich T1 umfaßt die Drosselschicht 8, die den Katalysatorkörper 6 umgibt. Die Drosselschicht 8 ist dabei als poröse Deckschicht ausgebildet, die auf den Katalysatorkörper 6 aufgetragen ist. Die Porigkeit der Drosselschicht 8 bewirkt eine Bindung der zuströmenden Reaktionsgase und somit eine Begrenzung der katalytischen Reaktion auf geringe Teilmengen pro Flächeneinheit im ersten Teilbereich T1. Der zweite Teilbereich T2 weist darüber hinaus eine Anreicherung an besonders aktiven katalytischen Material auf, das beispielsweise als eine Schicht 18 auf den Katalysatorkörper 6 aufgetragen ist. Diese örtlich begrenzte Anreicherung von katalytisch aktivem Material unterstützt die Startfunktion der Katalysatoranordnung 2. Die Schicht 18 enthält dabei insbesondere Platin oder Palladium. Alternativ kann das katalytisch aktive Material auch in der Oberfläche des Katalysatorkörpers 6 angeordnet sein.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist mindestens im Einströmbereich des ersten Teilbereichs T1 eine Teflonbeschichtung 20 auf der Drosselschicht 8 vorgesehen, die den Zutritt der Reaktionsgase nur geringfügig behindert. Durch die örtliche Begrenzung der Teflonbeschichtung 20 kann eine reaktionsrelevante Adsorption von Wasser innerhalb der Poren- oder Drosselschicht 8 vermieden und somit eine Verbes-

serung der Frühstartfähigkeit (passiver Reaktionsstart) erzielt werden.

- Die Figur 3 zeigt den funktionalen Verlauf der  $H_2$ -Konzentration K und der Reaktionstemperatur T in Abhängigkeit vom Strömungsweg des Gasgemischs entlang der Katalysatoranordnung 2 für den erwähnten "worst case". Im Betrieb der Katalysatoranordnung 2 wird die  $H_2$ -Konzentration K im ersten Teilbereich T1 von deutlich über 10 Vol.% auf mindestens 5 Vol.% durch katalytische Oxidation reduziert, wobei die Reaktionstemperatur T im ersten Teilbereich T1 unterhalb von 560 °C bleibt und somit die Zündtemperatur des Reaktionsgases an der Katalysatoranordnung 2 unterschreitet.
- Im zweiten Teilbereich T2 steigt die Reaktionstemperatur T aufgrund der höheren katalytischen Aktivität an, insbesondere wird die Zündtemperatur von 560 °C überschritten. Da jedoch die Konzentration K im zweiten Teilbereich T2 deutlich unterhalb der Zündkonzentration von größer 5 Vol.% liegt, ist eine Entzündung des Gasgemischs sicher vermieden. Die in der Figur 3 dargestellten Funktionsverläufe sind charakteristisch sowohl für die Rekombinationseinrichtung 1 gemäß Figur 1 als auch für die Rekombinationseinrichtung 1' gemäß Figur 4.
- Figur 4 zeigt die Rekombinationseinrichtung 1' mit einer alternativen Katalysatoranordnung 2. Dabei sind der erste Teilbereich T1 und der zweite Teilbereich T2 getrennt voneinander angeordnet. Der erste Teilbereich T1 umfaßt dabei eine Mehrzahl von parallel zueinander angeordneten Katalysatorkörpern 6, die von der Drosselschicht 8 gemeinsam umgeben sind. Dazu ist die Drosselschicht 8 eine lose Schüttung, in welche die Katalysatorkörper 6 angeordnet sind. In Abhängigkeit von der Art und der Funktion der Rekombinationseinrichtung 1' können mehrere gleichartige erste Teilbereich 1 vorgesehen sein, die wie in Figur 4 dargestellt in Strömungsrichtung des Gasgemischs gesehen zueinander parallel unter Bildung eines Zwischenraums 22 angeordnet sind. Alternativ können auch ver-

schiedenartige Teilbereiche T1, T2 alternierend angeordnet sein.

Der zweite Teilbereich T2 umfaßt ebenfalls eine Mehrzahl von Katalysatorkörpern 6, die dem ersten Teilbereich T1 nachgeschaltet sind. Dabei sind die Katalysatorkörper 6 in Strömungsrichtung des Gasgemischs gesehen parallel zueinander angeordnet. Je nach Art und Funktion der Rekombinationseinrichtung 1' kann es sich bei den Katalysatorkörpern 6 des ersten Teilbereichs T1 und des zweiten Teilbereichs T2 hinsichtlich der katalytischen Aktivität um gleichartige Katalysatoren handeln. Die Katalysatorkörper 6 können aber auch innerhalb des ersten Teilbereichs T1 und/oder des zweiten Teilbereichs T2 durch verschiedene katalytische Materialien in der katalytischen Aktivität variieren.

Zur Rekombination des Gasgemischs durchströmt dieses zum einen die beiden ersten Teilbereiche T1 und gelangt mit geringerer H<sub>2</sub>-Konzentration in den Zwischenraum 22. Zum anderen gelangt gleichzeitig über eine zwischen den beiden ersten Teilbereichen T1 angeordnete Zuführung 24 ungereinigtes Gasgemisch in den Zwischenraum 22. In dem Zwischenraum 22 wird das ungereinigte Gasgemisch mit dem bereits gereinigten Gasgemisch vermischt, wodurch eine bestimmte H<sub>2</sub>-Konzentration ausgangsseitig im Zwischenraum 22 eingestellt ist, die bevorzugt unterhalb der Zündkonzentration von 5 Vol.% liegt. Das aus dem Zwischenraum 22 ausströmende Gasgemisch wird anschließend im zweiten Teilbereich T2 entlang der Katalysatorkörper 6 zur weiteren katalytischen Oxidation geleitet.

In der Zuführung 24 ist ein Gitter 26 angeordnet, welches die Zuströmung von ungereinigtem Gasgemisch begrenzt. Als Gitter 26 dient beispielsweise ein Drahtgeflecht. Es können aber auch mehrere Drahtgeflechte oder Metallgitter hintereinander geschaltet werden, wodurch eine besonders kleine Spaltweite von höchstens 100 µm, vorzugsweise ca. 2 µm, erreicht ist.

Hierdurch werden auch feine Partikel wie Katalysatorgifte, insbesondere Aerosole, quantitativ penetriert.

Figur 5 zeigt die geschüttete Drosselschicht 8 gemäß Figur 4.

- 5 Die geschüttete Drosselschicht 8 weist vorzugsweise eine Korngröße von 1 bis 10 mm, insbesondere von 1 bis 5 mm, auf. Dabei weist in Strömungsrichtung des Gasgemischs gesehen (durch den Pfeil 28 angedeutet) die Drosselschicht 8 im Einströmbereich E eine größere Korngröße auf als im Ausströmbereich A. Hierdurch ist die Drosselschicht 8 besonders diffusionshemmend und flamm Sperrend ausgeführt.
- 10



## Patentansprüche

1. Rekombinationseinrichtung (1, 1') zur katalytischen Rekombination von Wasserstoff und/oder Kohlenmonoxid mit Sauerstoff in einem Gasgemisch, bei der mindestens eine Katalysatoranordnung (2) in einem im Betriebsfall für das Gasgemisch durchströmbaren Gehäuse (4) angeordnet ist, wobei die Katalysatoranordnung (2) in Strömungsrichtung des Gasgemisches gesehen mehrere Teilbereiche (T1, T2) aufweist,
- 5     dadurch gekennzeichnet, daß in Anströmrichtung ein erster Teilbereich (T1) einen Katalysatorkörper (6) mit einer umgebenden Drosselschicht (8) zur Hemmung der Diffusion der zu- und/oder abströmenden Reaktionsgase umfaßt, und ein sich an den ersten Teilbereich (T1) anschließender zweiter Teilbereich (T2) mindestens einen den
- 10     Reaktionsgasen unmittelbar zugänglichen Katalysatorkörper (6) umfaßt.
- 15     2. Rekombinationseinrichtung (1, 1') nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Katalysatorkörper (6) im zweiten Teilbereich (T2) eine höhere Aktivität besitzt als der Katalysatorkörper (6) im ersten Teilbereich (T1).
- 20     3. Rekombinationseinrichtung (1, 1') nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Katalysatorkörper (6) im zweiten Teilbereich (T2) ein plattenförmiges Trägerblech, das mit einem Katalysatormaterial beschichtet ist, umfaßt.
- 25     4. Rekombinationseinrichtung (1, 1') nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Katalysatormaterial ein katalytisches Edelmetall, insbesondere Platin oder Palladium, enthält.
- 30     35

5. Rekombinationseinrichtung (1') nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet, daß im ersten Teilbereich (T1) die Drosselschicht (8), die insbesondere porös ausgebildet ist, eine Schüttung ist, in welche der Katalysatorkörper (6) angeordnet ist.
6. Rekombinationseinrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet, daß im ersten Teilbereich (T1) die Drosselschicht (8) auf den Katalysatorkörper (6) als poröse Deckschicht aufgetragen ist.
7. Rekombinationseinrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet, daß mehrere gleichartige Katalysatoranordnungen (2) parallel zueinander angeordnet sind.
8. Rekombinationseinrichtung (1) nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Katalysatoranordnungen (2) plattenförmig ausgebildet sind, jeweils eine Gesamtdicke von höchstens 1 cm, vorzugsweise 0,3 mm, besitzen und nebeneinander mit einem gegenseitigen Abstand von weniger als 20 mm angeordnet sind.
9. Rekombinationseinrichtung (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet, daß in Abströmrichtung des Gasgemisches am Vorderende der Katalysatoranordnung (2) ein Aufwindschutz (10) vorgesehen ist.
10. Rekombinationseinrichtung (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet, daß in Abströmrichtung des Gasgemisches am Ende der Katalysatoranordnung (2) ein Abwindschutz (12) angeordnet ist.

11. Verfahren zur katalytischen Rekombination von Wasserstoff und/oder Kohlenmonoxid mit Sauerstoff in einem Gasgemisch, dadurch gekennzeichnet, daß die Rekombination in einem in Strömungsrichtung ersten Teilbereich (T1) an einem von einer Drosselschicht (8) umgebenden Katalysatorkörper (6) durchgeführt und in einem nachfolgenden zweiten Teilbereich (T2) an einem dem Gasgemisch unmittelbar zugänglichen Katalysatorkörper (6) durchgeführt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das gesamte Gasgemisch im ersten Teilbereich (T1) durch die Drosselschicht (8) durchgeleitet wird.
13. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das gesamte Gasgemisch im ersten Teilbereich (T1) entlang der Drosselschicht (8) geführt wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß im ersten Teilbereich (T1) der Gehalt des im Gasgemisch geführten Wasserstoffs durch Oxidation auf weniger als 5 Vol.% reduziert wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß im ersten Teilbereich (T1) die Reaktionstemperatur (T) niedriger ist als im zweiten Teilbereich (T2).
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß im ersten Teilbereich (T1) die Reaktionstemperatur (T) weniger als 560°C beträgt.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 16,  
dadurch gekennzeichnet, daß im zweiten Teilbereich (T2) die Reaktionstemperatur (T) mehr als 560°C beträgt.

1/3

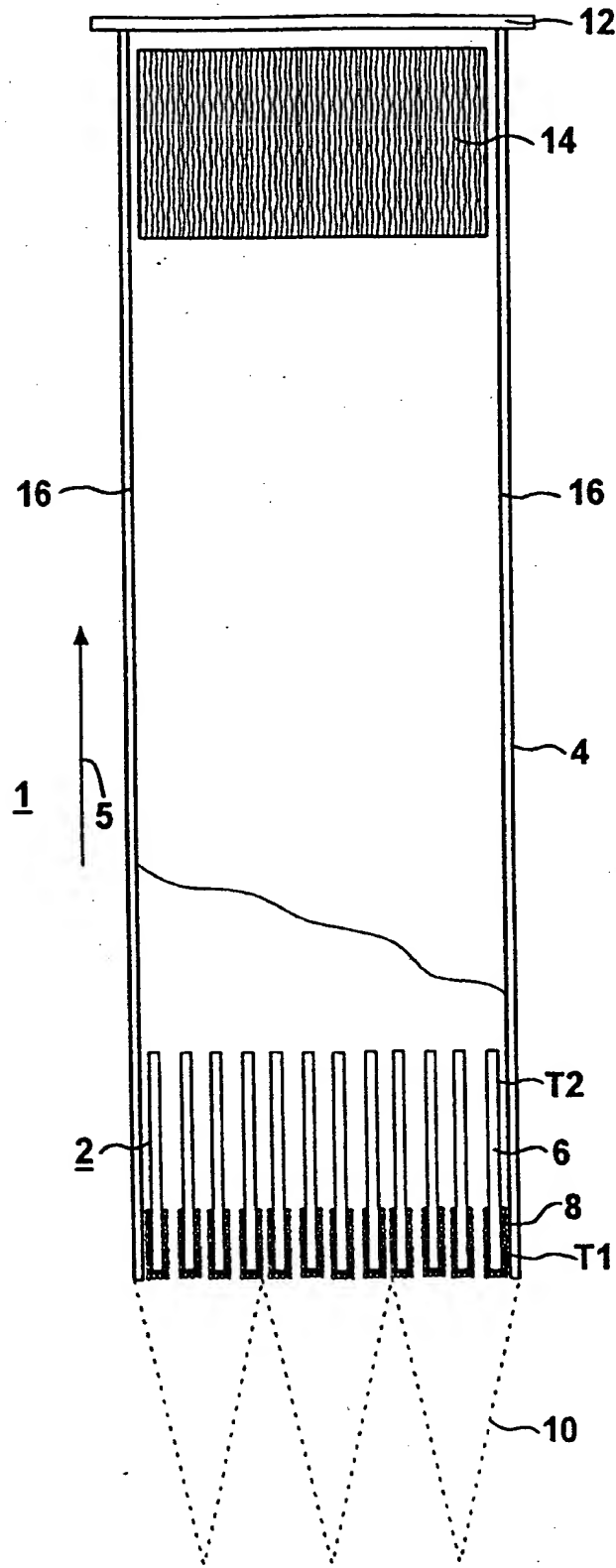


FIG 1

2/3

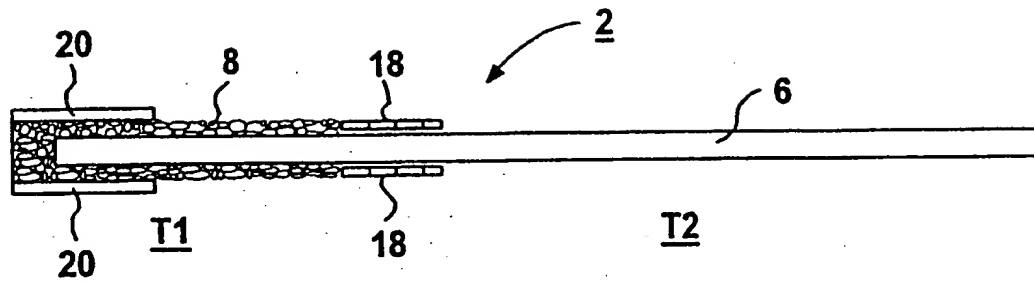


FIG 2

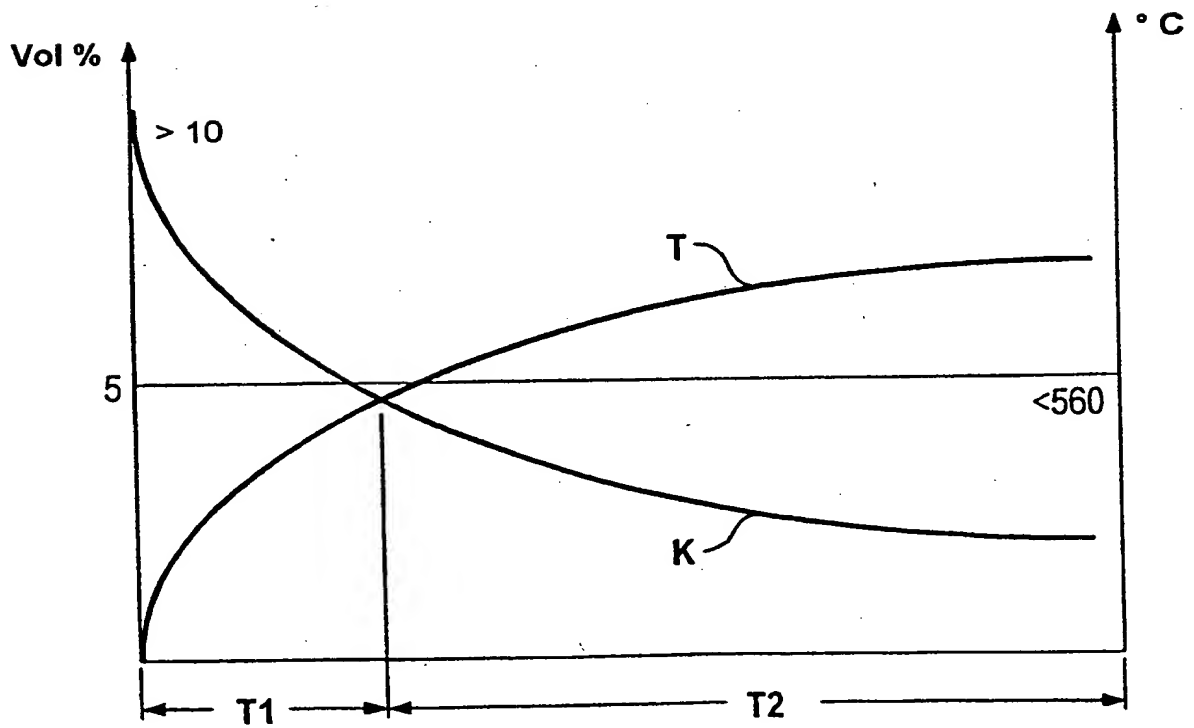


FIG 3

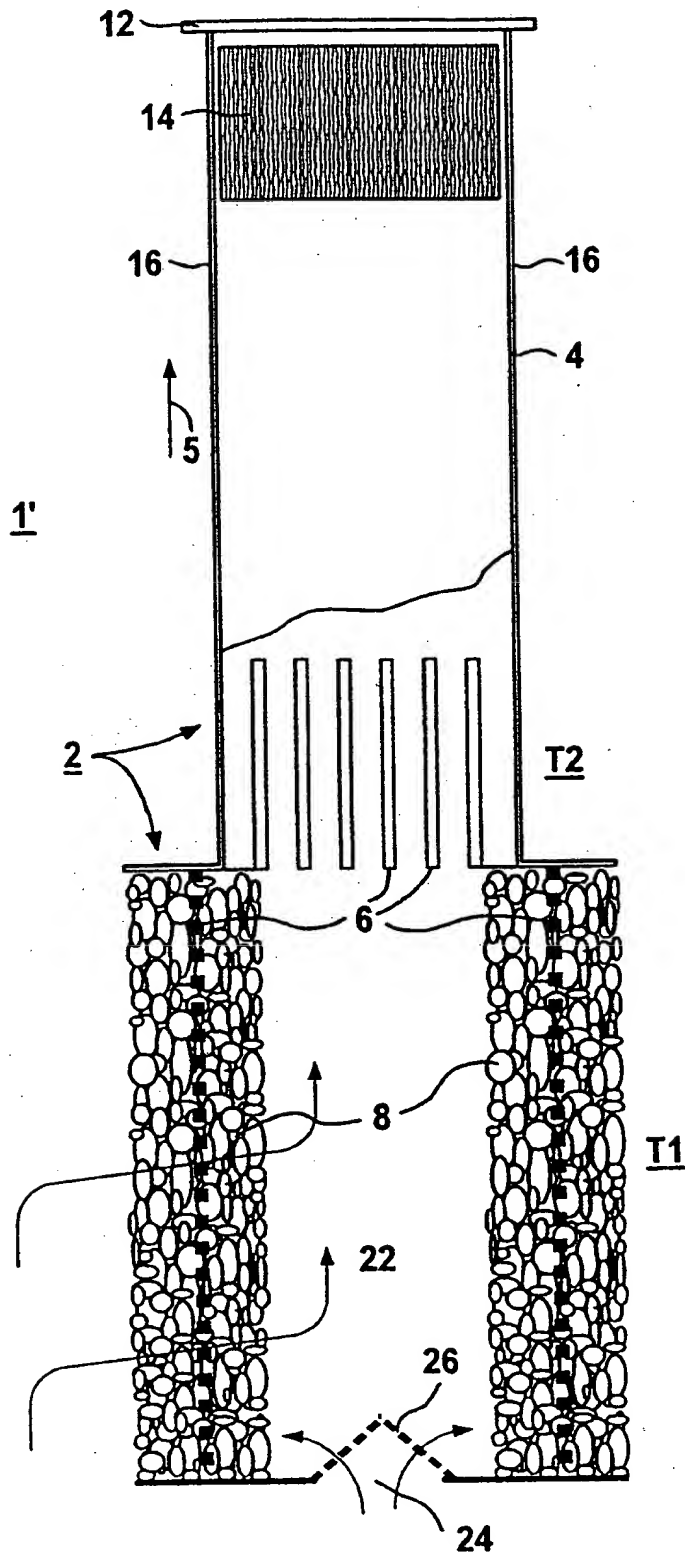


FIG 4

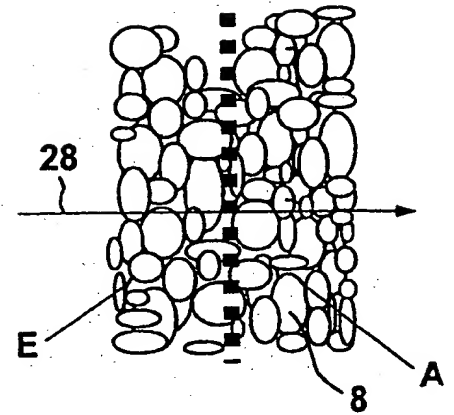


FIG 5

1/3

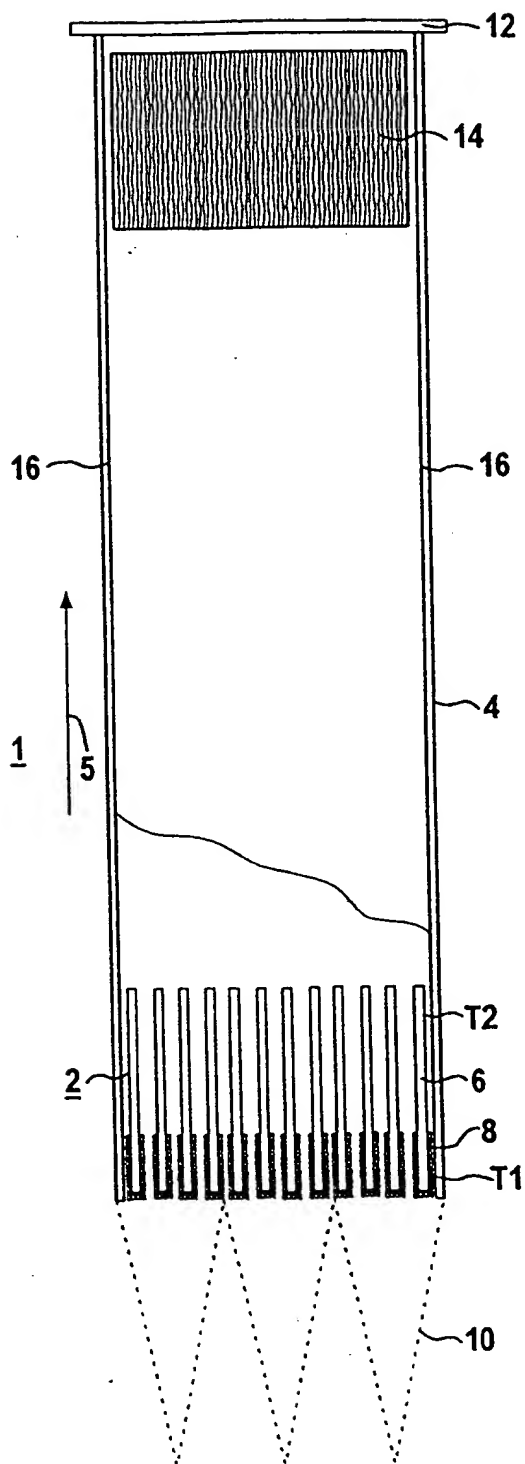


FIG 1



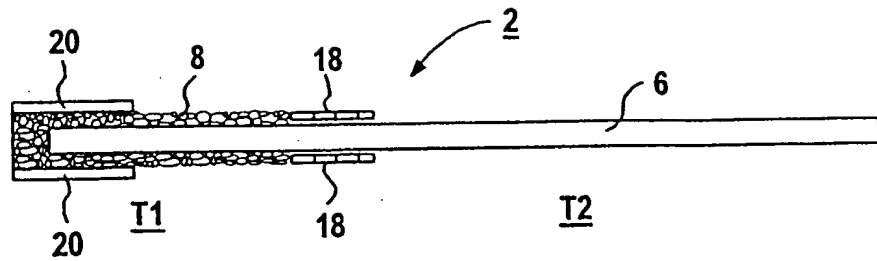


FIG 2

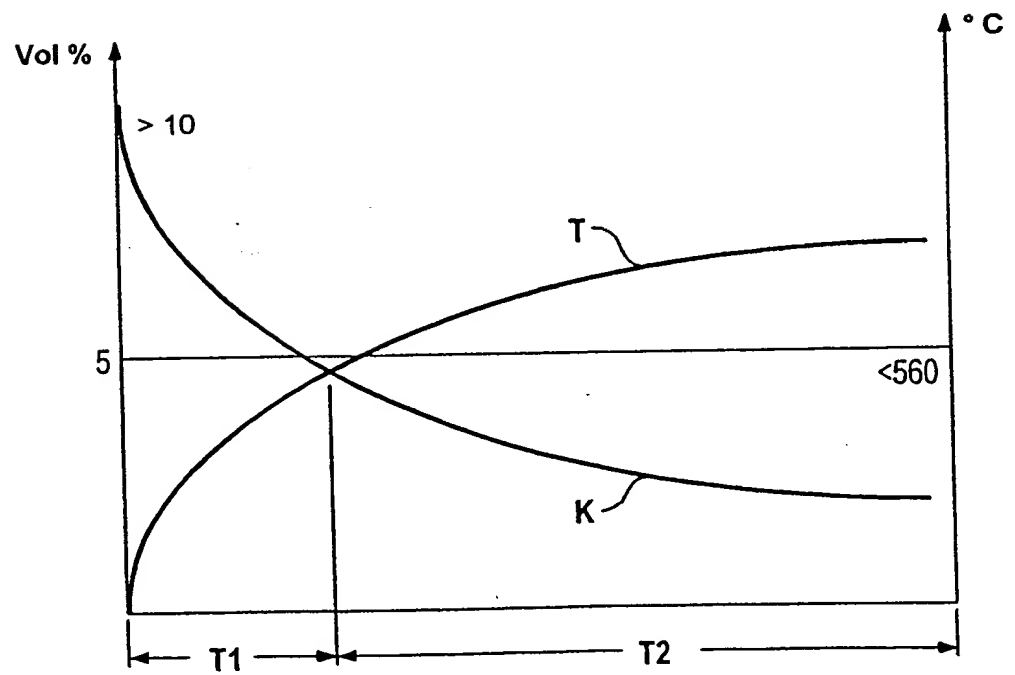


FIG 3

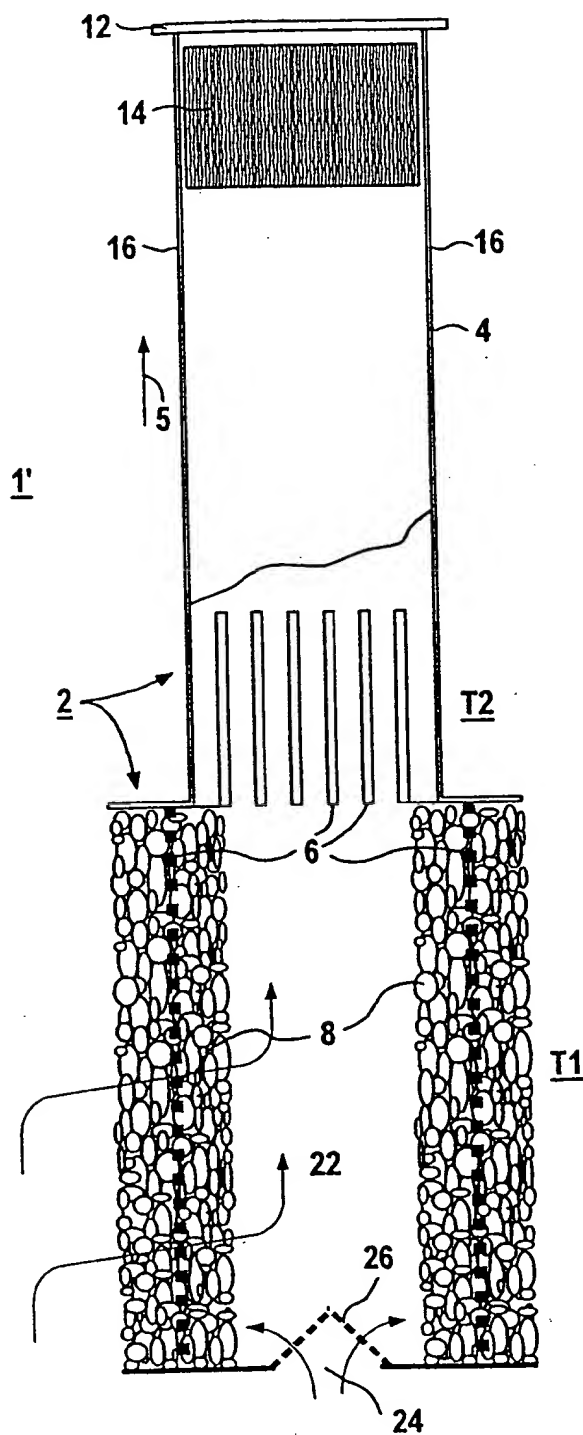


FIG 4

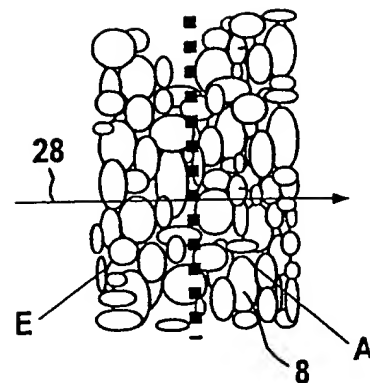


FIG 5